

Simulasi Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Kota Watansoppeng Kabupaten Soppeng

Andi Muhammad Irfan

Teknik Mesin Universitas Negeri Makassar

Jl. Dg. Tata Raya, Kampus UNM Parangtambung Makassar 90224

Abstrak

Bertambahnya luas wilayah pelayanan mengakibatkan sejumlah wilayah tidak dapat dicapai oleh pelayanan air bersih. Penelitian bertujuan untuk menganalisa faktor-faktor penyebabnya, yaitu kebutuhan air bersih, potensi sumber air baku, kondisi eksisting distribusi jaringan, dan optimisasi distribusi jaringan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode studi kasus dan disimulasi dengan menggunakan program WaterNet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi sumber air baku yang tersedia sebesar 220 l/d, masih dapat mencukupi kebutuhan air penduduk hingga tahun 2017 yaitu sebesar 80,11 l/d. Hasil simulasi jaringan pada kondisi eksisting menunjukkan tekanan relatif pada beberapa jaringan pipa di bawah nol, . Simulasi kondisi optimisasi jaringan yaitu dengan melakukan perubahan diameter pipa transmisi dari 0,3 m menjadi 0,4 m, memanfaatkan tangki eksisting, dan kapasitas pompa ditambah dari head 80 m debit 30 l/d menjadi head 100 m dan debit 50 l/d, dengan demikian pengaliran air secara kontinu dapat dilakukan dibandingkan dengan kondisi eksisting sebelumnya.

Kata kunci: distribusi air, tekanan relatif, dan optimisasi.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Keadaan topografi pada suatu daerah sangat menentukan instalasi pengolahan air, pompa-pompa dan tangki-tangki distribusi harus diletakkan, yang akan berpengaruh terhadap pengoperasian sistem tersebut. Keadaan geografi mempengaruhi lokasi dan jarak relatif sumber air dan distribusi spasial kebutuhan air. Faktor lain yang mempengaruhi tata letak ini adalah penyebaran penduduk dan kegiatan perkotaan, serta lokasi sumber-sumber air baku. Faktor tersebut sangat mempengaruhi dalam proses pengambilan keputusan dalam perencanaan dan perancangan sistem air bersih, biaya pelayanan, dan cara pengelolaan sistem tersebut (Pramono: 2004).

Kota Watansoppeng memiliki topografi yang beragam, terdiri dari dataran dan perbukitan. Kondisi topografi

yang demikian akan sangat berpengaruh dalam perancangan distribusi sistem jaringan pipa dalam pengadaan air bersih. Dataran yang luasnya $\pm 700 \text{ km}^2$ berada pada ketinggian rata-rata antara 100 m s/d 200 m di atas permukaan laut. Perbukitan yang luasnya $\pm 600 \text{ km}^2$ berada pada ketinggian rata – rata ± 200 m di atas permukaan laut. Ibukota daerah tingkat II Kabupaten Soppeng yaitu kota Watansoppeng berada pada ketinggian ± 120 m di atas permukaan laut.

Potensi sumber air berasal dari mata air yang berada pada elevasi rendah (83,746 m) sedangkan lokasi wilayah pelayanan berada pada elevasi tinggi (± 120 m) dan berbukit-bukit sehingga menyulitkan dalam sistem pengaliran air. Hal ini mengakibatkan pelanggan yang berada pada daerah dengan topografi tinggi

dan jauh dari sumber air sulit untuk mendapatkan air.

1.2. Tujuan Penelitian

Menganalisis sistem jaringan pipa distribusi air bersih dan membuat simulasi sistem jaringan pipa distribusi air bersih PDAM Kota Watansoppeng.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Umar (2003), meneliti pelayanan air bersih PDAM bagi pelanggan di Kota Watansoppeng. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan melakukan kuisioner kepada pelanggan PDAM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air tidak dipermasalahkan oleh pelanggan. Pengaruh yang paling besar terhadap pelayanan PDAM adalah kontinuitas yaitu terdapatnya wilayah yang jadwal pengalirannya 2 atau 3 kali seminggu.

Pekuwali (2005), meneliti sistem distribusi air bersih di Kecamatan Kota Waingapu Kabupaten Sumba Timur. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan penelitian menggunakan studi kasus. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan program Epanet 2.0, menunjukkan bahwa untuk melayani kebutuhan air masyarakat dalam kurung waktu 5 sampai 10 tahun ke depan perlu adanya perubahan dimensi beberapa pipa eksisting untuk mengantisipasi meningkatnya kebutuhan air pada tiap node. Rendahnya tekanan pada sebagian daerah yang diwakili oleh node-node ujung wilayah pelayanan disebabkan oleh terbatasnya air yang dapat didistribusikan oleh PDAM Kota Waingapu. Untuk mengatasinya, cara yang dapat ditempuh oleh PDAM Kota Waingapu adalah dengan menambah sambungan pipa khususnya di daerah yang memiliki jarak antara node terpendek, namun memiliki selisih tekanan yang cukup untuk memenuhi daerah layanan. Selain pembuatan jaringan baru perlu adanya perubahan dimensi beberapa pipa

eksisting untuk mengantisipasi meningkatnya kebutuhan air pada tiap node menyebabkan kehilangan tekanan (headloss) yang besar.

Tajono (2007), meneliti sistem jaringan pipa air bersih mata air Mulang Desa Besuki Kecamatan Lumbir Banyumas, dengan menggunakan program Waternet hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaliran sistem gravitasi (alami) mata air Mulang dapat dilakukan jika digunakan pipa pengaliran diameter 0,05 m atau 2 inci. Komsumsi air dengan debit mata air Mulang 1,14 l/d dapat dimanfaatkan oleh 2136 jiwa masyarakat Desa Besuki melalui 3 (tiga) buah titik pelayanan berupa bak umum.

Awaluddin (2008), meneliti kinerja jaringan pipa distribusi air bersih PDAM Kota Mamuju Provinsi Sulawesi Barat, dengan menggunakan program Waternet. Hasil penelitian yang diperoleh bahwa pada simulasi hasil hitungan prediksi sampai tahun 2016, menunjukkan bahwa hampir semua titik node pada wilayah pelayanan mempunyai tekanan di bawah nol (negatif), berarti secara hidraulika pada pipa tidak memperoleh suplai air secara optimal. Pada simulasi kondisi optimal menunjukkan bahwa perubahan dimensi pipa dapat menambah tekanan relatif, sehingga distribusi air lebih optimum.

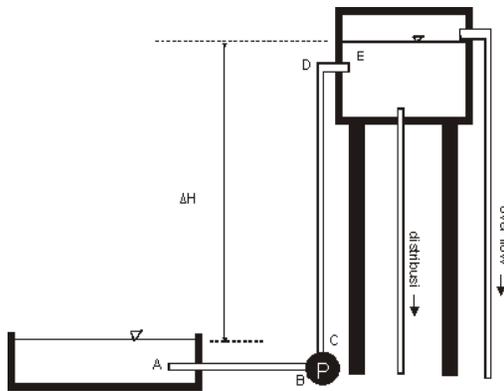
Aliran dalam pipa

Di dalam pipa air mengalir dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Kalimat ini dapat diartikan sebagai selama air mengalir, tinggi tekanannya berkurang, atau dengan kata lain energinya berkurang. Berkurangnya energi atau tinggi tekanan merupakan fungsi debit, panjang pipa, diameter pipa dan koefisien gesek pipa (Radianta, 2007).

Pompa dan peranannya dalam jaringan pipa

Pompa dapat dipandang sebagai alat untuk menaikkan tekanan atau energi

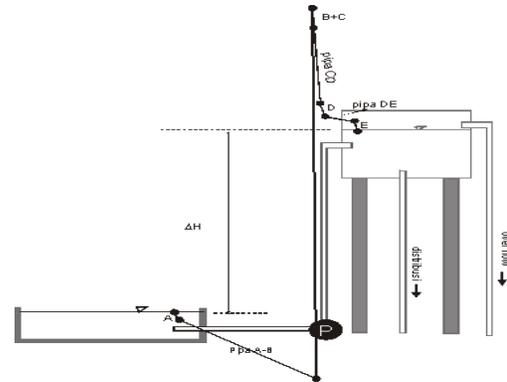
potensial air. Dengan pompa maka tinggi tekanan yang telah berkurang dapat dinaikkan kembali sehingga sistem dapat mengairi daerah yang jauh dan semula tak terjangkau. Mengalirkan air berarti memberikan debit di dalam pipa, atau mempercepat aliran di dalam pipa. Dengan demikian turunnya tinggi tenaga dari simpul sebelum pompa hingga ke pompa akan membesar. Namun karena kemudian tinggi tenaga tersebut dinaikkan oleh pompa, aliran ke sebelah hilir berlanjut. Pompa mengalirkan air ke satu arah dengan menaikkan tinggi tekanan di sebelah hilir dan menurunkan tekanan di sebelah hulunya (Radianta, 2007). Perhatikan permasalahan yang sederhana berikut pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaliran air dari reservoir tekanan rendah ke tinggi dengan pompa (P)

Gambar 1 tersebut menunjukkan bagaimana air harus menjalani trayeknya sebelum mencapai reservoir tinggi. Selama perjalanannya, air akan kehilangan energi di titik A, B, C dan D, serta sepanjang pipa. Tetapi itu semua dapat terjadi karena dalam sistem ada tambahan energi oleh pompa. Dengan demikian, selain harus memberikan tambahan energi setinggi ΔH , pompa harus melawan (memberikan kompensasi) kehilangan tenaga sepanjang perjalanan air tersebut. Jadi secara

skematis tinggi tenaga air selama perjalanannya digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kehilangan dan pertambahan energi air dari titik A ke E

Kehilangan di titik A karena pemasukan air ke dalam pipa (sekunder), kehilangan pada pipa AB karena gesekan (major atau utama), kehilangan titik B+C adalah kehilangan didalam instalasi pipa seperti belokan dan katup, kehilangan di pipa CD adalah kehilangan karena gesekan, kehilangan di titik D karena belokan, kehilangan di DE karena gesekan, serta kehilangan di E karena air keluar dari pipa ke tangki.

Karakteristik pompa

Karakteristik pompa tidak ditunjukkan oleh diameter pompa dan kecepatan putarnya, tetapi oleh debit yang dapat dihasilkannya pada berbagai variasi tinggi tenaga yang harus ditambahkan. Semakin tinggi head (tinggi tenaga) yang harus ditambahkan, semakin kecil debit yang dapat diproduksi. Hal ini karena semakin tinggi head yang harus diproduksi berarti tekanan ke arah hulu pompa (dari hilir) semakin besar, dan kemampuan untuk melewati air melewati kincir mengecil. Pada suatu saat, yaitu pada tinggi tekanan maksimum, pompa sama sekali tak mampu mengalirkan air. Yang terjadi adalah seolah-olah air yang disedot

atau didesak ke arah hilir sama dengan air yang kembali ke arah hulu pompa karena tekanan yang sangat besar dari hilir. Pada saat lain, yaitu pada head minimum, debit pompa maksimum, karena kincir dapat mendorong air ke arah hilir dengan perlawanan tekanan hilir yang minimal.

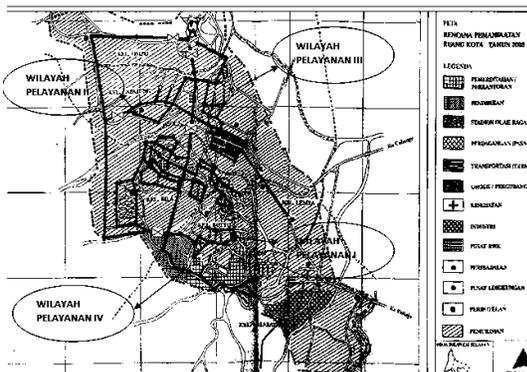
III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus, dengan cara menganalisis kondisi eksisting distribusi jaringan pipa dan simulasi jaringan dengan menggunakan program Waternet.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mata air Ompo merupakan sumber utama bagi pelayanan air bersih masyarakat Kota Watansoppeng dengan potensi ketersediaan air yaitu potensi debit sebesar 220 l/d. Kebutuhan air bersih penduduk Kota Watansoppeng tahun 2017 yaitu 80,11 l/d, dengan jumlah penduduk 44.704 jiwa, tingkat pelayanan 90%. Hal ini berarti bahwa potensi ketersediaan air (debit) dari mata air Ompo diperkirakan dapat melayani kebutuhan hingga tahun 2017.

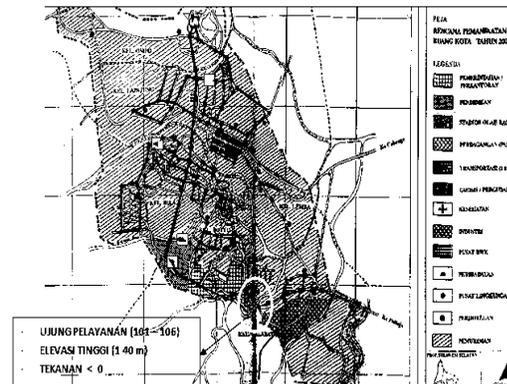
Kondisi eksisting jaringan distribusi Kota Watansoppeng



Gambar 3. Kondisi eksisting distribusi jaringan pipa secara bergilir

Sistem pengaliran air bersih Kota Watansoppeng menggunakan sistem perpompaan, yaitu sistem yang menggunakan energi pompa untuk memperoleh tekanan yang dibutuhkan. Pengaliran air dilakukan secara bergilir pada setiap wilayah pelayanan, dengan cara menggunakan 2 pompa yang mempunyai kapasitas head 80 m dan debit 30 l/d. Pompa dioperasikan secara bergilir sesuai dengan wilayah pelayanan yang dituju. Pada Gambar 1 ditunjukkan pengaliran air pada Wilayah I dan II, dengan cara membuka katup pipa yang jaringannya berhubungan dengan wilayah I dan II, kemudian menutup katup pipa yang jaringannya berhubungan dengan Wilayah III dan IV, sehingga dengan demikian air hanya mengalir di Wilayah I dan II.

Simulasi Jaringan Pipa

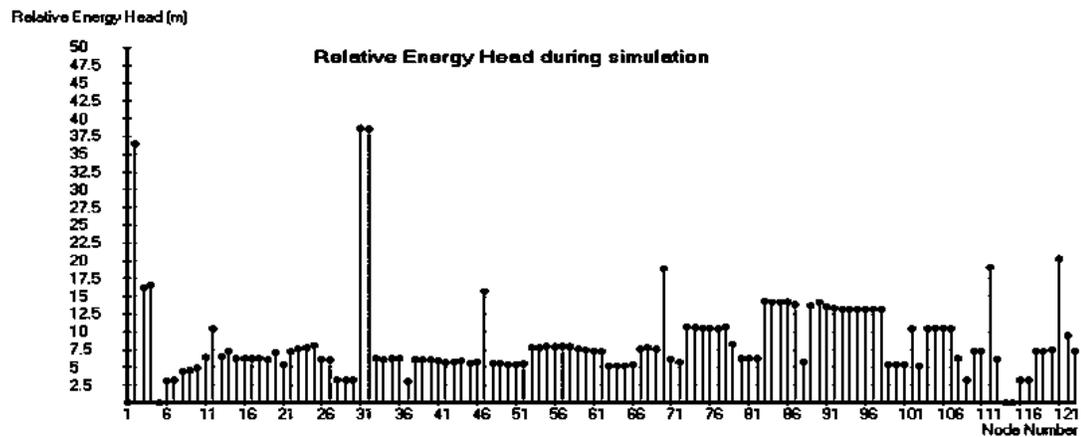


Gambar 4. Simulasi distribusi jaringan pipa ke seluruh wilayah pelayanan

Penggunaan satu pompa dengan kapasitas head = 80 m dan debit = 30 lt/dt, dari hasil simulasi secara hidraulik air tidak mengalir ke semua node. Pada ujung wilayah pelayanan ditemukan tekanan relatif di bawah nol yaitu -0,62 m, -0,83 m, -0,8 m, sehingga air tidak dapat mengalir pada lokasi tersebut. Lokasi ini terletak pada elevasi 140 dan jarak yang jauh dari sumber air (lihat Gambar 4).

Tabel 1. Simulasi tanpa pompa dan dengan pompa

Alternatif	Hasil Simulasi
1. Tanpa pompa	Tekanan relatif yang terjadi pada semua node (121) di bawah nol.
2. Satu pompa H 80 D 30	Tekanan pada node 101 sampai 106 yaitu masing-masing -0,62 m, -0,83 m, -0,88 m, -0,85 m, -0,92 m, dan -0,91 m.
3. Satu pompa H 80 D 40	Tekanan pada node 101 sebesar 0,12, pada node 102 sampai 106 kurang nol yaitu masing-masing -0,09 m, -0,14 m, -0,12 m, -0,18 m, dan -0,18 m.
4. Satu pompa H 100 D 50	Tekanan pada node 101 sampai 106 yaitu masing-masing 2,2 m, 2,1 m, 2,0 m, 2,1 m, 2,0 m, dan 2,0 m.
5. Dua pompa H 80 D 30	Tekanan pada node 101 sampai 106 yaitu masing-masing 2,8 m, 2,7 m, 2,4 m, 2,7 m, 2,4 m, dan 2,4 m.
6. Dua pompa H 80 D 40	Tekanan pada node 101 sampai 106 yaitu masing-masing 3,5 m, 3,3 m, 3,2 m, 3,3 m, 3,2 m, dan 3,2 m.
7. Dua pompa H 100 D 50	Tekanan pada node 101 sebesar 5,3 m dan node 102 sampai 106 sebesar 5,0 m.



Gambar 5. Nilai energi relatif optimisasi

V. KESIMPULAN

Rendahnya tekanan air pada ujung wilayah pelayanan dan elevasi tinggi disebabkan oleh tidak optimalnya pendistribusian air baku. Optimisasi jaringan dengan pemenuhan kebutuhan sampai 2017 sebesar 80,11 l/d, yaitu dengan menambah jumlah dan kapasitas pompa dari head 80 m menjadi 100 m dan debit 30 l/d menjadi 50 l/d, diameter pipa jaringan transmisi dari 0,3 m menjadi 0,4 m dengan demikian dapat menambah tekanan relatif dan debit pengaliran.

TERIMA KASIH

PDAM Kota Watansoppeng, BPS Kabupaten Soppeng.

DAFTAR PUSTAKA

Awaluddin. 2008. *Studi Kinerja Jaringan Pipa Tirta Manakarra Kota Mamuju Provinsi Sulawesi Barat*. Tesis tidak diterbitkan. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar. Hal 117.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Soppeng. 2008. *Kecamatan Lalabata Dalam Angka 2008*. Hal 13.
- Departemen Permukiman Prasarana Wilayah Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. 2002. *Pedoman/Petunjuk Teknis dan Manual Air Minum Perkotaan*. Hal 11.
- Kodoatie, Robert J. 2003. *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur. Pustaka Pelajar. Yogyakarta*. Hal 93.
- Pekuwali, L. Umbu. Hari W. Indaryanto dan Ali Masdugi. 2005. *Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih di Kecamatan Kota Waingapu Kabupaten Sumbu Timur*. Institute Teknologi Surabaya. Surabaya. Hal 110.
- Perusahaan Daerah Air Minum PDAM. 2009. Pemerintah Daerah Kabupaten Soppeng.
- Poedjiastoeti, Hermin dan Benny, Syahputra. 2006. *Penentuan Faktor Jam Puncak dan Harian Maksimum terhadap Pola Pemakaian Air Domestik di Kecamatan Kalasan Sleman Yogyakarta*. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang. Hal 11.
- Pramono S. Sigit. 2004. *Pendekatan Sistem (System Aproach) pada Pengelolaan Air Bersih di Indonesia*. Universitas Gunadarma. Jakarta. Hal 1.
- Tajono, Sofyan. 2007. *Analisis Sistem Jaringan Pipa Air Bersih Mata Air Mulang Desa Besuki Kecamatan Lumbir Banyumas*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Hal 11.
- Radiana. 2007. *Manual dan Dasar Teori Waternet Versi 2.1 Software Perancangan dan Pengelolaan Jaringan Air Minum*. Hoces. Yogyakarta.
- Umar, Munir. 2003. *Studi Pelayanan Air Bersih PDAM bagi Pelanggan di Kota Watansoppeng*. Tesis tidak diterbitkan. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar. Hal 84.